

بر آورد پارامترهای آمیخته‌گری عملکرد لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران

Estimation of crossbreeding parameters for performance in new lines of Iran silkworm

علیرضا صیداوی^{۱*}، سیدضیاءالدین میرحسینی^۲، مانی غنی‌پور^۳، معین‌الدین مواج‌پور^۲، علیرضا بیژن‌نیا^۳

۱- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۲- استاد، دانشگاه گیلان

۳- به ترتیب استادیار، کارشناسان ارشد، مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، رشت

Seidavi AR^{*1}, Mirhosseini SZ², Ghanipoor M³, Mavajpour M³, Bizhannia AR³

1. Associate Professor, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2. Professor, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Assistant Professor, Graduated Students, Iran Silkworm Research Center, Rasht, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۱ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۳)

چکیده

انجام آزمون‌های تکمیلی به‌ویژه بر آورد قابلیت‌های ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و ترکیب‌پذیر خصوصی آمیخته‌ها، لازمه معرفی و عرضه لاین‌های جدید کرم ابریشم است. این پارامترهای ژنتیکی در چهار لاین با خصوصیات گروه لاین‌های ژاپنی شامل Xihang1, Xihang2, Xihang3 و ۱۰۱۴۳۳ و سه لاین با خصوصیات گروه لاین‌های چینی شامل Koming1, Koming2 و Y بررسی شد. از تلاقی هر یک از لاین‌های چینی با کلیه لاین‌های گروه ژاپنی، در مجموع دوازده آمیخته به دست آمد. اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی صفات در لاین‌های ژاپنی (JGCA) روی کلیه صفات به استثنای درصد ماندگاری سفیره و درصد پيله دوشفیره‌ای معنی‌دار بود. اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های چینی (CGCA) نیز برای کلیه صفات به استثنای تعداد پيله تولیدی، درصد پيله ضعیف و درصد قشر پيله معنی‌دار بود. قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) روی صفات تعداد لارو زنده، تعداد سفیره زنده، تعداد پيله تولیدی، وزن قشر پيله و وزن پيله تاثیر معنی‌داری داشت. به‌نظر می‌رسد که صفات وزن پيله و وزن قشر پيله علاوه بر دارا بودن واریانس ژنتیکی افزایشی بالا، تحت تاثیر اثرات هتروتیکی و ژنتیکی غیر افزایشی نیز بود. بنابراین آمیخته‌گری، روشی موثر برای پیشرفت این خصوصیات در لاین‌های مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی

آمیخته‌گری
ترکیب‌پذیری خصوصی
ترکیب‌پذیری عمومی
کرم ابریشم

مقدمه

(1990) هم ویژگی‌های ژنتیکی هجده صفت مانند وزن پيله و درصد قشر ابریشمی را در کرم ابریشم بررسی کردند و عنوان کردند پیشرفت ژنتیکی صفات مختلف بین ۶۶/۶۶-۴۸/۸ درصد متغیر بوده و در مورد وزن لاروی، پيله تولیدی، وزن پيله، وزن قشر پيله، طول و وزن الیاف پيله و بالاخره ضخامت الیاف بیش از ۲۰ درصد است. (Chatterjee and Datta (1992) کارآیی روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی را در گروه‌بندی ۵۴ لاین کرم ابریشم که منشا جغرافیایی و توان تولید متفاوتی داشتند، طی دو فصل پرورش مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و دریافتند پارامترهای آمیخته‌گری اکثر صفات، در لاین‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است. در داخل کشور نیز (Mirhosseini et al. (2005) پارامترهای ژنتیکی برخی لاین‌های کرم ابریشم کشور را محاسبه و گزارش کرده بودند. با توجه به عرضه لاین‌ها و آمیخته‌های جدید توسط مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، بررسی خصوصیات ژنتیکی این لاین‌ها و تصمیم‌گیری راجع به آنها، مستلزم برآورد پارامترهای آمیخته‌گری آنهاست. هدف از این بررسی، اندازه‌گیری پارامترهای آمیخته‌گری لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران بود.

مواد و روش‌ها

لاین‌های مورد بررسی شامل چهار لاین با خصوصیات گروه لاین‌های ژاپنی شامل Xihang1, Xihang2, Xihang3 و ۱۰۱۴۳۳ و سه لاین با خصوصیات گروه لاین‌های چینی شامل Koming1, Koming2 و Y بود. از تلاقی هر یک از لاین‌های چینی با کلیه لاین‌های گروه ژاپنی نیز در مجموع دوازده آمیخته به دست آمد. این آمیخته‌ها عبارتند از: Xihang1×Koming1, Xihang2×Koming1, Xihang1×Y, Xihang1×Koming2, Xihang2×Koming2, Xihang2×Y, Xihang3×Koming1, Xihang3×Koming2, Xihang3×Y, Xihang3×Koming1, ۱۰۱۴۳۳×Koming1, ۱۰۱۴۳۳×Y. کلیه مراحل تفریح و پرورش لاین‌ها و آمیخته‌ها به طور یکسان انجام پذیرفت. صفات لاروی شامل طول دوره لارو جوان، طول دوره لارو بالغ، طول دوره تغذیه، طول دوره تغذیه لارو جوان، طول دوره تغذیه لارو بالغ، طول کل دوره پوست‌اندازی (خواب) لارو جوان و بالغ، طول دوره پوست‌اندازی (خواب) لارو جوان و طول دوره

بخش مهمی از کشاورزان ده استان کشور به تولید پيله‌های ابریشمی اشتغال دارند که ماده اولیه فرش ابریشمی را تشکیل می‌دهد و نقش انکارناپذیری در صادرات غیرنفتی کشور دارند. با توجه به اینکه تخم نوغان تجاری کرم ابریشم در دنیا بصورت هیبرید (آمیخته) حاصل از تلاقی دو یا چند لاین دور از هم تولید و عرضه می‌شود، لذا پارامترهای آمیخته‌گری نقش اساسی در افزایش تولیدات این صنعت درآمدزا دارند. همواره لاین‌ها و آمیخته‌های جدیدی تولید و معرفی می‌شوند که بررسی و انتخاب لاین‌های برتر بر اساس پارامترهای آمیخته‌گری آنها بسیار مهم است. (Petkov (1989a) با انتخاب مداوم توانستند لاین‌های جدید را جداسازی کنند و (Sinha et al. (1994) با انجام آمیزش‌های دی آل کراس موفق به بهبود ژنتیکی ذخایر در دسترس خود شدند. (Grekov (1989) خصوصیات چند صفت را در شش لاین کرم ابریشم بررسی کرد. او تاکید کرد میانگین و محدوده تغییرات هر صفت بسیار متفاوت است و بیشترین تنوع به طول الیاف و وزن پيله تعلق دارد. بر این اساس وی بیان کرد که اثر متقابل محیط و ژنوتیپ نیز به میزان قابل توجهی وجود دارد و وزن قشر پيله هم همبستگی مثبتی با وزن پيله (۰/۶۵۹+) دارد. او عنوان کرد انتخاب باید بر اساس وزن قشر پيله صورت پذیرد، لیکن وزن پيله و طول الیاف نیز باید در نظر گرفته شوند. (Nakada (1994) نیز عوامل ژنوتیپی موثر بر صفات پيله کرم ابریشم را تجزیه ژنتیکی نمودند و مولفه‌های موثر را بیان کردند. (Mu et al. (1995) نیز با تجزیه ژنتیکی هشت صفت در دو لاین چینی و سه لاین ژاپنی دریافتند نسبت سفیرگی، وزن قشر پيله، وزن پيله، درصد قشر ابریشمی، پيله تولیدی از ده هزار لارو و وزن قشر ابریشمی هزار لارو به وسیله ژن‌هایی با اثرات افزایشی و غالب کنترل می‌شود، اما آنها اثرات اپیستاتیک در مورد این صفات مشاهده نکردند. همچنین آنها بیان کردند وزن قشر پيله، درصد قشر پيله و وزن پيله ده هزار لارو عمدتاً به وسیله ژن‌هایی با غالبیت نسبی کنترل می‌شود، اما سایر صفات مورد بررسی بیشتر به صورت غالب به ارث می‌رسند. همچنین این محققان عنوان کردند که توارث‌پذیری به مفهوم خاص صفات وزن قشر پيله، درصد قشر پيله و وزن پيله ده هزار لارو بیش از سایر صفات است. (Narasimaraju et al.

جهت برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از روابط زیر استفاده شد:

$$GCA_A = \mu_A - \mu$$

$$SCA_{AB} = \mu_{AB} - (\mu + GCA_A + GCA_B)$$

در روابط فوق μ ، μ_A و μ_{AB} به ترتیب میانگین کل هیبریدها، میانگین هیبریدهای حاصل از تلاقی لاین A و میانگین هیبرید AB می‌باشند.

جهت آزمون آماری پارامترهای قابلیت ترکیب‌پذیری نیز از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$y_{jkmnl} = \mu + G_m + S_n + jGCA_j + cGCA_k + SCA_{jk} + e_{jkmnl}$$

در رابطه فوق، علائم به شرح زیر است:

y_{jkmnl} رکورد تکرار m حاصل از تلاقی لاین ژاپنی l ام و لاین

چینی k ام برای نسل m ام و جنس n ام

μ میانگین صفت

G_m اثر نسل m ام

S_n اثر جنس n ام

$jGCA_j$ اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین ژاپنی l ام

$cGCA_k$ اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین چینی k ام

SCA_{jk} اثر قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی هیبرید حاصل از

تلاقی لاین ژاپنی l ام با لاین چینی k ام

e_{jkmnl} اثر عوامل باقیمانده

پارامترهای فوق به تفکیک برای هر یک از واحدهای آزمایشی محاسبه شدند. همچنین قبل از انجام تجزیه و تحلیل آماری، تست نرمالیتی انجام، و در صورت لزوم داده‌ها تبدیل شدند. مقایسه میانگین‌ها هم به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ تجزیه واریانس صفات اقتصادی آمیخته‌ها برای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی (JGCA) و چینی (CGCA) و قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) ارائه شده است. اثر JGCA روی کلیه خصوصیات مورد بررسی به استثنای درصد ماندگاری شفیره و درصد پیله دوشفیره‌ای معنی‌دار بود. اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های چینی نیز روی تمام خصوصیات به استثنای تعداد پیله تولیدی، درصد پیله ضعیف و درصد قشر پیله معنی‌دار بود. قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی

پوست‌اندازی (خواب) لارو بالغ بود که برای محاسبه آنها، در طی دوره پرورش طول مدت تغذیه لاروها در هر سن و همچنین مدت زمان خواب در کارت پرورشی مربوطه ضبط شد. با استفاده از این اطلاعات طول دوران کرم جوان (سنین اول، دوم و سوم لاروی) و دوران کرم بالغ (سنین چهارم و پنجم لاروی) در هر گروه محاسبه شد. درصد مرگ و میر دوره لاروی نیز از طریق نسبت تعداد لاروهای تلف شده به تعداد اولیه آنها به دست آمد. هر لاین و نیز هر آمیخته، در قالب چهار تکرار پرورش داده شدند. آزمایش در سه فصل (دوره پرورشی) متوالی شامل دو فصل پاییز و یک فصل بهار انجام شد. همچنین صفات کمی مربوط به پیله شامل تعداد کل پیله به دست آمده، وزن پیله خوب استحصالی، تعداد پیله در لیتر، تعداد پیله‌های خوب (پیله با کیفیت درجه یک)، متوسط (پیله با کیفیت متوسط)، ضعیف (پیله با کیفیت پایین) و دوتایی (پیله دوشفیره‌ای)، وزن پیله، وزن پیله نر، وزن پیله ماده، وزن قشر پیله، وزن قشر پیله ماده، وزن شفیره، وزن شفیره نر، وزن شفیره ماده، درصد قشر پیله، وزن پیله دوشفیره‌ای و درصد مرگ و میر شفیرگی هم رکوردگیری و محاسبه شد. به این منظور پس از تکمیل مراحل تبدیل لارو به شفیره در داخل پیله‌ها (۷ روز از زمان شروع تنیدن پیله)، اقدام به جمع‌آوری و کرک‌زدایی پیله‌های هر تکرار شد. سپس پیله‌ها بر اساس فرم ظاهری، سختی و نرمی قشر و تمیزی سطوح داخلی و بیرونی قشر در چهار دسته پیله‌های خوب، متوسط، ضعیف و دوشفیره‌ای دسته‌بندی شده و نسبت پیله‌های هر دسته برای تکرار محاسبه شد. قشر پیله پس از خروج شفیره و پوسته شفیره از پیله اندازه‌گیری شد. به منظور برآورد صفات کمی پیله، تعداد ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده از هر واحد آزمایشی مورد استفاده قرار گرفتند. در مرحله تنیدن پیله از جایگاه‌های تنیدن پیله ساخته شده از کلش (مابشی) برای هر تکرار به‌طور جداگانه استفاده شد. همچنین کلیه پیله‌ها از نظر سلامت یا بیماری و تلفات شفیره داخل آن مورد بررسی قرار گرفته و درصد بیماری شفیره نیز در هر تکرار محاسبه شد. همچنین وزن پیله‌های خوب و دوشفیره‌ای در هر تکرار توزین و ثبت شد. برای توزین وزن پیله و قشر آن از ترازوی دیجیتالی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد.

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بصورت انحراف از اثرات ثابت بیان می‌شوند و بنابراین در شرایط محیطی و فصل‌های مختلف تغییر می‌یابند. در نسل اول اختلاف معنی‌داری بین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های چینی برای صفات تعداد لارو و شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره آشکار نشد. در فصل پرورشی بهار، ترکیب‌پذیری عمومی لاین Y برای خصوصیات مقاومت بطور معنی‌داری پایین‌تر از دو لاین دیگر بود. در نسل آخر پرورش نیز لاین Koming2 از ترکیب‌پذیری عمومی بالاتری نسبت به سایر لاین‌های چینی برخوردار بود. نتایج نشان می‌دهند که بین صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و تعداد پیله تولیدی همبستگی ژنتیکی مثبت و بالایی وجود دارد. در گروه ژاپنی درصد ماندگاری شفیره فاقد اثرات ژنتیکی افزایشی می‌باشد، در حالی که در گروه چینی به میزان کمی متاثر از اثرات یاد شده است. البته در نسل‌های دوم و سوم پرورشی، JGCA روی درصد ماندگاری شفیره معنی‌دار بود. تنها در فصل پرورشی بهار، ترکیب‌پذیری لاین Y برای صفت فوق‌بطور معنی‌داری کمتر از سایر لاین‌های چینی بود. درصد پیله خوب در گروه لاین‌های ژاپنی دارای واریانس ژنتیکی افزایشی بیشتری در مقیاس با گروه لاین‌های چینی می‌باشد. قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی این صفت در گروه‌های ژاپنی و چینی به ترتیب در لاین‌های 101433 (3/67 درصد) و Y (2/43 درصد) دارای تفاوت معنی‌داری با سایر لاین‌ها بود. در گروه چینی این تفاوت تنها در نسل اول پرورش مشاهده شد. در پاییز سال اول آزمایش، لاین‌های ژاپنی از نظر ترکیب‌پذیری عمومی درصد پیله متوسط فاقد تفاوت معنی‌داری بودند. در کل نسل‌ها JGCA و CGCA برای این صفت به ترتیب در لاین‌های 101433 و Y کاهش معنی‌داری را نشان داد. در گروه چینی تفاوت تنها در نسل اول پرورشی اتفاق افتاد. واریانس ژنتیکی افزایشی درصد پیله ضعیف تنها در گروه ژاپنی و درصد پیله دوشفیره‌ای تنها در گروه چینی معنی‌دار بود. در گروه ژاپنی JGCA برای خصوصیت درصد پیله ضعیف در نسل سوم پرورش معنی‌دار نبود، در حالی که در سایر نسل‌ها در لاین Xinhang3 بطور معنی‌داری بالاتر بود. CGCA برای درصد پیله دوشفیره‌ای در نسل‌های اول و دوم پرورش در لاین Koming2 بطور معنی‌داری بالاتر از لاین‌های Koming1 و Y بود. خصوصیات

روی صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده، تعداد پیله تولیدی، وزن قشر پیله و بخصوص وزن پیله تأثیر معنی‌داری داشت. در جدول‌های ۲ تا ۵ قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی به تفکیک هر نسل و نیز در کل نسل‌ها ارائه شده است. به دلیل اینکه قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب مقیاسی از اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی (به عنوان اثرات تصادفی) هستند، مجموع این اثرات برای گروه‌های ژاپنی و چینی و نیز کل گروه‌ها صفر می‌باشد. همچنین شدت معنی‌دار بودن بیانگر میزان واریانس ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی (یا اثر متقابل ژنتیکی افزایشی × افزایشی) خواهد بود. صفات تعداد لارو و شفیره زنده و تعداد پیله تولیدی در لاین‌های ژاپنی به شدت تحت تاثیر اثرات ژنتیکی افزایشی قرار می‌گیرند، در حالی که در لاین‌های چینی از تنوع ژنتیکی افزایشی کمتری برخوردارند. احتمالاً لاین‌های چینی انتخاب قابل ملاحظه‌ای را برای خصوصیات مقاومت (انتخاب طبیعی و یا غیر طبیعی) پشت سر گذاشته‌اند که موجب افزایش فراوانی آلل‌های مقاومت و کاهش تنوع ژنتیکی در آنها شده است. در پاییز سال اول آزمایش و نیز در فصل بهار قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی گروه ژاپنی برای صفات تعداد لارو و شفیره زنده و تعداد پیله تولیدی در لاین Xinhang2 بالاتر و در لاین 101433 پایین‌تر بود. در نتیجه انتظار می‌رود مقاومت آمیخته‌های حاصل از لاین والدینی 101433 به شدت پایین آید. بنابراین در شرایط فعلی استفاده از این لاین در سطح تجاری، علی‌رغم توان تولیدی مناسب، توصیه نمی‌شود و لازم است با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی نسبت به مقاوم سازی آن اقدام کرد. یکی از روش‌های مهم برنامه‌های انتخاب برای خصوصیات مقاومت، آلوده سازی لاروها به وسیله غلظت مشخصی از ویروس و انتخاب خانواده‌های مقاوم می‌باشد. انحرافات محیطی و در نتیجه کاهش دقت انتخاب از نقاط ضعف این روش است. (Chen et al. 2001) انتخاب به کمک نشانگرهای مولکولی را برای جلوگیری از این انحرافات و افزایش سرعت بهبود ژنتیکی پیشنهاد کردند. در پاییز سال دوم آزمایش، اختلاف لاین‌های Xinhang2 و Xinhang3 و نیز لاین‌های Xinhang1 و 101433 برای تعداد لارو و شفیره زنده و تعداد پیله تولیدی از نظر JGCA معنی‌دار نبود. قابلیت‌های

سوم تفاوت معنی‌داری بین لاین‌ها مشاهده گردید و میزان این پارامتر به ترتیب در لاین‌های Y (۶/۷ ساعت) و Koming2 (۵/۳- ساعت) بالاترین و پایین‌ترین بود. نتایج حاصل نشان می‌دهند که بین خصوصیات مقاومت و طول دوره لاروی همبستگی ژنتیکی منفی وجود دارد، به طوری که ترکیب‌پذیری عمومی دوره لاروی در لاین‌هایی که از توان ترکیب بالایی برای صفات مقاومت برخوردارند، کاهش می‌یابد. عکس این موضوع نیز در لاین‌های کرم ابریشم صادق می‌باشد. به نظر می‌رسد صفات مقاومت تحت‌تاثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی قرار گرفته و انتظار می‌رود مقاومت آمیخته‌ها نسبت به لاین‌ها افزایش یابد. صفات وزن پيله و وزن قشر پيله در گروه‌های ژاپنی و چینی به شدت تحت‌تاثیر واریانس ژنتیکی افزایشی قرار می‌گیرند. در نسل‌های اول و دوم پرورش ترکیب‌پذیری عمومی وزن پيله گروه ژاپنی در لاین‌های 101433 و Xinhang2 به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین بود و در نسل سوم نیز در لاین‌های 101433 و Xinhang1 بالاتر از دو لاین دیگر بود. در گروه چینی و در نسل اول پرورش، بالاترین CGCA برای وزن پيله به لاین Koming1 و پایین‌ترین مقدار به Koming2 تعلق داشت. در نسل‌های دوم و سوم نیز مقدار CGCA در لاین Koming2 (۰/۰۱۵ گرم) به طور معنی‌داری پایین‌تر از دو لاین دیگر بود. در نسل اول CGCA برای وزن قشر پيله در لاین Koming2 کاهش معنی‌داری نسبت به سایرین نشان داد. در بهار نیز این مقدار در لاین‌های Y (۰/۰۲۵ گرم) و Koming2 (۰/۰۲۱- گرم) به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین بود و در نسل سوم نیز تفاوت معنی‌داری بین لاین‌های چینی مشاهده نشد. صفت درصد قشر پيله در لاین‌های ژاپنی بر خلاف لاین‌های چینی به شدت تحت‌تاثیر واریانس ژنتیکی افزایشی قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان با انتخاب پایه والدینی ژاپنی مناسب، صفت درصد قشر پيله را در آمیخته‌های تجاری بهبود بخشید. در نسل اول ترکیب‌پذیری عمومی لاین Xinhang2 برای این صفت به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر لاین‌های ژاپنی بود (۰/۰۵۶- درصد). در نسل دوم میزان پارامتر نامبرده در لاین‌های Xinhang1 (۰/۰۲۴ درصد) و 101433 (۰/۰۸ درصد) بالاتر از دو لاین دیگر بود. در نسل سوم نیز JGCA و CGCA فاقد اثر معنی‌داری روی درصد قشر پيله بودند. در نسل‌های اول و دوم

عملکردی نظیر وزن پيله خوب و نیز وزن پيله ده هزار لارو و وزن کل پيله تولیدی در هر دو گروه ژاپنی و چینی به شدت تحت‌تاثیر اثرات ژنتیکی افزایشی قرار می‌گیرند و انتظار می‌رود در برنامه‌های اصلاح نژادی از سرعت پیشرفت ژنتیکی بالایی برخوردار باشند. ترکیب‌پذیری عمومی این سه صفت در لاین 101433 به طور معنی‌داری بالاتر از سایر لاین‌ها بود. همانطور که قبلاً اشاره شد ترکیب‌پذیری عمومی این لاین برای خصوصیات مقاومت بسیار پایین بود. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که میان خصوصیات تولیدی و مقاومت همبستگی ژنتیکی افزایشی منفی وجود دارد که روند پیشرفت ژنتیکی همه جانبه لاین‌های کرم ابریشم جهت دستیابی به لاین‌های دارای توان تولیدی بالا را کند می‌سازد. واریانس ژنتیکی افزایشی گروه چینی برای وزن پيله ده هزار لارو و وزن کل پيله تولیدی کمتر از مقدار پارامتر مذکور در گروه ژاپنی بود. در نسل اول پرورشی ترکیب‌پذیری عمومی لاین Y برای وزن پيله خوب بالاتر و لاین Koming2 پایین‌تر بود، در حالی که در نسل‌های دیگر بین لاین‌های چینی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. CGCA برای وزن پيله ده هزار لارو در نسل‌های اول و سوم به ترتیب در لاین‌های Koming1 و Koming2 بالاترین و پایین‌ترین بود، در حالی که در نسل دوم پرورش بین لاین‌ها اختلاف معنی‌داری از این جهت وجود نداشت. در نسل‌های اول و دوم پرورش نیز لاین Y از ترکیب‌پذیری عمومی بالاتری برای وزن کل پيله تولیدی برخوردار بود و در نسل سوم نیز لاین‌های چینی دارای اختلاف معنی‌داری نبودند. در گروه چینی نیز نتایج حاکی از وجود همبستگی ژنتیکی منفی میان خصوصیات مقاومت و صفات تولیدی و عملکردی می‌باشند، به طوری که لاین Koming2 که برای صفات مقاومت از ترکیب‌پذیری بالایی بهره‌مند بود از نظر CGCA برای خصوصیات عملکردی از توان ضعیف‌تری برخوردار بود. واریانس ژنتیکی افزایشی طول دوره لاروی در لاین‌های ژاپنی بالاتر از لاین‌های چینی بود. در نسل اول پرورش اختلاف ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی برای این صفت معنی‌دار نبود. در گروه ژاپنی لاین‌های 101433 و Xinhang2 به ترتیب با ۵/۹۵ و ۵/۷۵- ساعت از بالاترین و پایین‌ترین JGCA برای این صفت برخوردار بودند. در گروه چینی نیز تنها در نسل

ابریشم می‌باشد، در حالیکه صفت درصد قشر پيله تحت‌تأثیر اثرات هتروتيك قرار ندارد. نتايج نشان می‌دهند که خصوصيات عملکردی کرم ابريشم (وزن پيله خوب، وزن پيله ده هزار لارو، وزن کل پيله توليدی) و صفات وابسته (مانند دوره لاروی و درصد پيله‌های خوب، متوسط، ضعيف و دوشفيره‌ای) تحت‌تأثير اثرات هتروتيك قرار نداشته و تنها از طريق انتخاب درون لاینی قابل بهبود می‌باشند. در مطالعه (Bhargava 1995) اثرات توان ترکیب پنج لاین کرم ابريشم و بیست آمیخته F_1 آنها به علاوه اثرات متقابل در یک تلاقی دی آل 5×5 برای هفت ویژگی تولید ابريشم (نسبت موثر پرورش، میزان ماندگاری، مقدار پيله توليدی، وزن پيله، وزن قشر پيله، درصد ابريشم خام، طول الیاف ابريشم و توان ابريشم کشی پيله) مورد ارزیابی قرار گرفتند و اعلام شد که ارزش بالاتر توان ترکیب اختصاصی نسبت به توان ترکیب عمومی برای تمام خصوصيات به جز بازده تولید ابريشم و مقدار پيله توليدی نشان‌دهنده اثرات ژنتیکی غیر افزایشی روی صفات می‌باشد. در نسل اول پرورش، ترکیب‌پذیری خصوصی تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و تعداد پيله توليدی در آمیخته $Xinhang3 \times Koming1$ (به ترتیب ۵۱/۵۶، ۵۳/۱۹ و ۵۴/۷۵) بالاتر و در آمیخته $Xinhang3 \times Koming2$ (به ترتیب ۵۱/۱۲، ۴۸/۸۷- و ۴۸/۳۷-) پایین‌تر بود. در نسل دوم پرورش میانگین این خصوصيات در آمیخته $101433 \times Koming1$ (به ترتیب ۱۶/۰۶، ۳۵/۱۵ و ۱۵/۲۵) بالاتر بود. در نسل سوم نیز مقدار این پارامتر در آمیخته $Xinhang2 \times Koming2$ (به ترتیب ۳۴/۱۱، ۳۷/۰۳ و ۳۲/۳۴) بالاتر بود. در کل دوره‌ها نیز ترکیب‌پذیری اختصاصی این صفات در آمیخته $Xinhang3 \times Koming1$ (به ترتیب ۲۷/۹۷، ۳۲/۰۸ و ۲۷/۴۶) بالاتر و در $Xinhang3 \times Koming2$ (به ترتیب ۲۴/۷۶، ۲۷/۸- و ۲۲/۹۶-) پایین‌تر بود. بنابراین تأثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی و هتروزیس روی صفات مقاومت در نسل‌ها و فصل‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد و لازم است آزمایشات جهت تعیین برترین آمیخته در چندین فصل و نسل تکرار شوند. همانطور که ذکر شد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها نیز در نسل‌های متوالی تغییر می‌کند. نتیجه حاصل نشان می‌دهد که صفات اقتصادی لاین‌های کرم ابريشم تحت‌تأثیر اثر متقابل ژنتیک و محیط قرار می‌گیرند و این پدیده ارزیابی

لاین Y از ترکیب‌پذیری عمومی بالاتری برای این صفت نسبت به دو لاین چینی دیگر برخوردار بود. نتایج حاصل از وجود همبستگی ژنتیکی بالا میان خصوصيات انفرادی پيله و صفات عملکردی و همبستگی ژنتیکی منفی میان این صفات و خصوصيات مقاومت حکایت می‌کنند. لاین‌هایی که از ترکیب‌پذیری بالاتری برای صفات انفرادی پيله برخوردارند، دارای ترکیب‌پذیری عمومی بیشتری از نظر صفات عملکردی و ترکیب‌پذیری عمومی پایین‌تری برای صفات مقاومت هستند. به طور کلی از نظر صفات توليدی و عملکردی، لاین 101433 از گروه ژاپنی و لاین Y از گروه چینی قابلیت بالایی را از لحاظ ترکیب‌پذیری عمومی نشان دادند و انتظار می‌رود آمیخته $101433 \times Y$ از توان توليدی بالایی برخوردار باشد، در حالیکه نمی‌تواند از نظر مقاومت دارای عملکرد مطلوبی باشد. لاین‌های $Xinhang1$ و $Koming1$ از نظر ترکیب‌پذیری عمومی برای هر دو نوع از خصوصيات عملکردی و نیز مقاومت در سطح متوسط قرار می‌گیرند و انتظار می‌رود آمیخته $Xinhang1 \times Koming1$ گزینه مناسبی برای استفاده در شرایط تجاری باشد که البته این امر مستلزم انجام آزمون‌های تکمیلی خواهد بود. در جدول‌های ۶ تا ۹ قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی آمیخته‌های مورد مطالعه به تفکیک سه نسل و نیز در کل نسل‌ها ارائه شده است. در هنگام انتخاب نوع لاین والدینی به منظور تولید تخم نوغان آمیخته باید علاوه بر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی به قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی آمیخته‌ها نیز توجه لازم را مبذول داشت. بالا بودن توان ترکیب خصوصی نشان‌دهنده تأثیر هتروتيك بیشتر روی صفات می‌باشد. نتایج نشان می‌دهند که تأثیر واریانس ژنتیکی غیر افزایشی روی خصوصيات تعداد لارو زنده و تعداد پيله توليدی ناچیز می‌باشد. این در حالیست که صفات تعداد شفیره زنده و وزن قشر پيله به میزان بیشتری تحت‌تأثیر این نوع از تنوع ژنتیکی قرار دارند. صفت وزن پيله به شدت تحت‌تأثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی قرار دارد. بنابراین صفات وزن پيله و وزن قشر پيله علاوه بر دارا بودن وراثت‌پذیری بالا از تنوع ژنتیکی غیر افزایشی بالایی نیز برخوردار می‌باشند. به این دلیل علاوه بر شیوه انتخاب درون لاینی، آمیخته‌گری و استفاده از ابزار هتروزیس از موثرترین شیوه‌ها جهت بهبود خصوصيات وزن پيله و وزن قشر پيله کرم

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اقتصادی (میانگین مربعات) برای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی (JGCA) و چینی (CGCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) آمیخته‌ها*

منبع تغییر	درجه آزادی (صفات خانوادگی)	درجه آزادی (صفات پیله)	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	وزن کل پیله دوشفیره‌ای خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
نسل	۲	۲	۱۸۱۸۵۳D	۲۴۵۱۶۸D	۴۳۳/۶D	۱۴۲۱۴۰/۲D	۲۵۵۰/۲D	۱۹۸۵/۲D	۴۱/۳D	۳۱۷۳۰۶/۸D	۱۴۱۳۰۴۹۵۸/۴D	۱۶۶۵۴/۳D	۲۱D	۲/۲D	۰/۰۸۸D	۲/۳۶NS
جنس	-	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹/۲D	۰/۰۱۶C	۹۳۲/۹۶D
JGCA	۳	۳	۴۰۸۸۷/۷D	۴۴۶۹۶/۸D	۳۸/۱NS	۳۵۷۴۳/۴D	۲۴۴D	۱۴۲/۵B	۸B	۲۷۶۳۲/۱D	۳۱۳۶۸۱۹۲/۴D	۷۲۷/۱B	۴/۶D	۰/۶۲D	۰/۰۶۸D	۲۶/۰۲C
CGCA	۲	۲	۷۱۴۸۷A	۱۲۱۴۱B	۸۶/۲A	۳۸۹۰/۶NS	۲۵۴/۶C	۱۳۷/۳B	۰/۳NS	۲۸۱۰۸/۶D	۸۵۹۸۹۱/۵B	۴۰۳/۸A	۳/۲C	۰/۲۶D	۰/۰۲۳D	۹/۳۷NS
SCA	۶	۶	۴۷۷۶/۶A	۷۰۰۶B	۲۶/۶NS	۴۳۹۶/۶A	۳۹/۵NS	۳۷/۷NS	۱/۹NS	۵۳۹۵/۷NS	۱۵۲۹۲۲۶/۳NS	۹۷/۵NS	۰/۶NS	۰/۰۵۳D	۰/۰۰۴۸B	۳/۸NS
خطا	۱۲۸	۲۶۹	۱۸۱۵/۲	۲۱۵۹/۶	۲۴/۱	۱۷۳۶/۳	۲۹/۲	۲۵/۸	۱/۴	۲۴۹۶/۱	۱۲۵۳۹۹۱/۵	۱۲۹/۵	۰/۳	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۱۴	۴/۰۳

* (A: معنی‌دار در سطح ۰/۰۵؛ B: معنی‌دار در سطح ۰/۰۱؛ C: معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱؛ D: معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۰۱؛ NS: عدم وجود اختلاف معنی‌دار)

جدول ۲- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی برای صفات مورد مطالعه در پاییز سال اول*

گروه	لاین	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	وزن کل پیله دوشفیره‌ای خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
ژاپنی	Xinhang1	۷/۳۷ B	۲/۳۷ B	-۰/۷۴ A	۳/۷۹ B	-۰/۲۳ B	-۰/۴۲ A	-۰/۱۲ AB	۰/۷۷ A	۲۴۳/۰۷ B	-۴/۹۵ A	-۱۴/۳۲ BC	۰/۷۷ A	۰/۰۱۷ B	۰/۰۵۲ A
	Xinhang2	۶۲/۱۲ A	۵۸/۵۴ A	۰/۰۱۸ A	۵۲/۶۲ A	-۲/۹ B	۱/۱۱ A	۱/۳۴ A	-۲۸/۶ C	-۶۶۷/۴۵ C	۰/۱۸ A	-۲۸/۶ C	۰/۴۴ A	-۰/۲۵ D	-۰/۵۶ B
	Xinhang3	-۶/۱۲ B	-۹/۱۲ BC	-۰/۷ A	-۴/۳۷ B	-۰/۴۹ B	-۰/۴۴ A	۰/۷۱ A	-۰/۶۶ B	-۲/۲۲ B	-۸۴۸/۶۱ C	۱/۵۵ A	-۲/۲۲ B	-۰/۱۳ C	۰/۱۴ A
	101433	-۶۳/۳۷ C	-۵۱/۷۹ C	۱/۴۲ A	-۵۲/۰۴ C	۳/۶۲ A	-۱/۱۳ A	-۱/۰۴ B	-۱/۴۵ B	۴۲/۷۵ A	۱۲۷۲/۹۸ A	۳/۲۲ A	۰/۷۲ A	۰/۳۷ A	۰/۰۳۷ A
چینی	Koming1	-۱۴/۰۶ A	-۱۵/۸۵ A	-۰/۲۸ A	-۱۱ A	-۱/۱۳ B	۱/۴۱ A	-۰/۲۳ B	-۸/۳۹ B	۶۰۲/۳۶ A	-۲/۵۶ A	-۰/۲۷ B	۰/۰۵ A	۰/۰۰۸۵ A	-۰/۰۵۲ AB
	Koming2	۵/۱۲ A	۳/۴۶ A	-۰/۳۸ A	-۱/۸۷ A	-۳/۳۵ B	۱/۷۸ A	۰/۳ A	-۳۶/۲۵ C	-۳۲/۰۸ B	۰/۵۶ A	-۰/۱۲ B	-۰/۰۵۱ C	-۰/۱۵ B	-۰/۲۷ B
	Y	۸/۹۴ A	۱۲/۴ A	۰/۶۷ A	۱۲/۸۷ A	۴/۴۹ A	-۳/۲ B	-۰/۲۵ A	-۱/۰۴ B	۴۲/۳۸ A	۲ A	۰/۳۹ A	۰/۰۰۳۱ B	۰/۰۰۶۲ A	۰/۳۲ A

* در هر ستون از هر بخش (گروه ژاپنی و گروه چینی)، لاین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۳- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی برای صفات مورد مطالعه در بهار*

گروه	لاین	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله دوشفیره‌ای	وزن کل پیله خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
ژاپنی	Xinhang1	۵/۱۹ B	۵/۲۹ B	۰/۳۴ AB	۳/۲۷ B	-۱/۱۶ AB	۱/۵۴ AB	-۰/۵۵ B	۰/۱۷ AB	-۲۹/۸۱ BC	-۶۹۶/۴۷ C	۴/۰۸ A	-۰/۱۲ B	-۰/۰۲۷ B	-۰/۰۱۹ B	۰/۲۴ A
	Xinhang2	۳۰/۱ A	۴۵/۷۱ A	۳/۶۵ A	۳۱/۶۹ A	۱/۵۹ A	-۰/۱۷ AB	-۰/۷۸ B	-۰/۶۴ B	۱۸/۱ AB	-۱۳۰۹/۳۶ C	-۱۱/۹۲ B	-۰/۰۶۳ B	-۰/۰۹۷ C	-۰/۰۲۹ C	-۰/۴۳ B
	Xinhang3	-۲/۹۸ B	-۶/۷۹ B	-۰/۶۳ AB	-۴/۹ B	-۵/۰۴ B	۱/۳۴ A	۲/۶۷ A	۱/۳۴ A	-۴۸/۷۶ C	۳۵۸/۷ B	۳/۷۵ A	-۰/۲۱ B	-۰/۰۱۶ B	-۰/۰۱۵ BC	-۰/۶۲ B
	101433	-۳۲/۳۱ C	-۴۴/۲۱ C	-۳/۳۶ B	-۳۰/۰۶ C	۴/۶۱ A	-۴/۰۴ B	-۰/۰۰۹۶ B	-۰/۵۵ B	-۰/۵۵ B	۶۰/۴۷ A	۱۶۴۷/۱۲ A	۴/۰۸ A	۰/۳۹ A	۰/۱۴ A	۰/۸ A
چینی	Koming1	۱/۶۹ A	۱۱/۰۲ A	۲/۱ A	۲ AB	-۰/۷۷ A	۱ A	۰/۳۴ AB	-۰/۲۷ B	۰/۴۷ A	۱۳۳/۶۵ A	۰/۸۳ A	-۰/۱۲ B	۰/۱۸ A	-۰/۰۳۶ B	-۰/۳۳ B
	Koming2	۱۴/۹۴ A	۳۱/۳۳ A	۳/۶۲ A	۱۰/۳۱ A	-۱/۳۶ A	۰/۶ A	-۰/۵۴ B	۱/۳۱ A	-۱۹/۸۱ A	-۳۴۴/۷۳ A	-۱/۹۲ A	-۰/۱۵ B	-۰/۰۶۲ B	-۰/۰۲۱ C	-۰/۴۶ B
	Y	-۱۶/۶۲ B	-۴۲/۳۵ B	-۵/۷۲ B	-۱۲/۳۱ B	۲/۱۳ A	-۱/۶ A	۰/۵ A	-۱/۰۴ B	۱۹/۳۴ A	۲۱۱/۰۸ A	۱/۸۳ A	۰/۲۷ A	۰/۰۴۴ A	۰/۰۲۵ A	۰/۷۹ A

* در هر ستون از هر بخش (گروه ژاپنی و گروه چینی)، لاین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۴- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی برای صفات مورد مطالعه در پاییز سال دوم*

گروه	لاین	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله دوشفیره‌ای	وزن کل پیله خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
ژاپنی	Xinhang1	-۳۱/۵۹ B	-۲۴/۲۶ B	۱/۰۱ A	-۳۲/۵۵ B	۱/۳ AB	-۱/۵۹ B	-۰/۱۱ A	۰/۳۹ A	۷/۸۸ A	۱۰۲۴/۵۱ A	۰/۷ AB	۰/۱۴ AB	۰/۰۹۲ A	۰/۰۲۱ A	۰/۰۵۵ A
	Xinhang2	۳۳/۱۹ A	۳۴/۱ A	۰/۴۴ A	۳۴/۶۹ A	-۱/۶ B	۲/۰۳ A	۰/۰۴۴ A	-۰/۴۸ A	-۵/۹۷ A	-۹۴۷/۴۵ B	-۴/۵۸ B	-۰/۱۸ B	-۰/۰۹۵ B	-۰/۰۳۳ B	-۰/۱۷ A
	Xinhang3	۲۹/۳۸ A	۱۹/۳۸ A	-۱/۴۳ B	۳۱/۰۶ A	-۲/۵۱ B	۲/۹۴ A	۰/۰۳۱ A	-۰/۴۶ A	-۲۰/۰۱ A	-۹۲۹/۸۴ B	-۶/۷۶ B	-۰/۳۶ B	-۰/۰۹۶ B	-۰/۰۳۱ B	-۰/۶۱ A
	101433	-۲۵/۷۶ B	-۲۴/۷۶ B	-۰/۱ AB	-۲۷/۷۲ B	۲/۴۷ A	-۲/۹۷ B	۰/۰۴۱ A	۰/۴۷ A	۱۵/۹۴ A	۶۹۶/۳۳ A	۹/۷ A	۰/۴۸ A	۰/۰۸۳ A	۰/۰۳۸ A	۱/۲۱ A
چینی	Koming1	-۱۰/۰۱ B	-۹/۵۱ B	۰/۱۱ A	-۹/۵۹ B	۰/۷۹ A	-۰/۸۸ A	۰/۱۲ A	-۰/۳۵ A	۸/۴۲ A	۳۰۴/۳ A	-۱/۳ AB	-۰/۱۳ A	۰/۰۳۴ A	۰/۰۱۲ A	۰/۳۲ A
	Koming2	۲۴/۹۴ A	۲۱/۶۱ A	-۰/۳۷ A	۲۵/۲۵ A	-۱/۵۷ A	۱/۸۱ A	-۰/۰۶۲ A	-۰/۱۸ A	-۱۶/۲۶ A	-۸۲۱/۶۸ B	-۵/۳ B	-۰/۱ A	-۰/۰۶۷ B	-۰/۰۱۷ A	-۰/۲ A
	Y	-۱۴/۲۶ B	-۱۱/۴۶ B	۰/۳۶ A	-۱۵/۰۲ B	۰/۷۳ A	-۰/۸۸ A	-۰/۰۶۸ A	۰/۲۲ A	۷/۲۸ A	۴۹۷/۱ A	۶/۷ A	۰/۲۳ A	۰/۰۳۱ A	۰/۰۰۴۴ A	-۰/۱۴ A

* در هر ستون از هر بخش (گروه ژاپنی و گروه چینی)، لاین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۵- قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی و چینی برای صفات مورد مطالعه در کل دوره‌های پرورشی*

گروه	لاین	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پيله توليدي	درصد پيله خوب	درصد پيله متوسط	درصد پيله ضعيف	درصد پيله دوشفيره‌اي	وزن كل پيله خوب (گرم)	وزن كل پيله (گرم)	وزن پيله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروي (ساعت)	وزن كل پيله توليدي (كيلوگرم)	وزن يك پيله (گرم)	وزن قشر يك پيله (گرم)	درصد قشر پيله
ژاپنی	Xinhang1	۶/۳۲ B	۵/۴ B	۰/۲۳ A	۸/۴۴ B	۰/۰۸۳ B	۰/۰۲۴ A	۰/۰۲۷ B	۰/۴۴ A	۱۰/۹۲ B	۱۹۱/۳۳ B	۱۰/۰۹۵ B	۰/۲۳ B	۰/۰۹۵ B	۰/۰۲۳ B	۰/۰۶۹ B	۰/۱۲ B
	Xinhang2	۴۲/۰۳ A	۴۶/۳۳ A	۱/۳۷ A	۳۹/۷۵ A	۱/۰۵ A	۱/۰۵ A	۰/۰۸۷ B	۰/۰۹۶ AB	۵/۸۸ B	۹۷۶/۵۱ C	۰/۲۲ B	۵/۷۵ C	۰/۲۲ B	۰/۰۸۹ D	۰/۰۲۹ C	۰/۰۵۸ C
	Xinhang3	۶/۰۹ B	۰/۵ B	۰/۹۳ A	۶/۵۲ B	۲/۰۸ A	۲/۰۸ A	۰/۰۸۳ A	۰/۰۱۴ AB	۲۵/۱ B	۲۵/۱ B	۴۶۱/۱۹ C	۰/۶ BC	۰/۲۳ B	۰/۰۵۸ C	۰/۰۲ C	۰/۰۳۶ BC
	101433	۴۰/۴۶ C	۴۰/۱۲ C	۰/۶۶ A	۳۶/۵۵ C	۳/۶۷ A	۲/۸۱ B	۰/۰۳۵ B	۰/۵۲ B	۴۰/۸۷ A	۱۲۰۶/۴۳ A	۰/۵۳ A	۵/۹۵ A	۰/۵۳ A	۰/۱۲ A	۰/۰۴ A	۰/۰۸ A
چینی	Koming1	۷/۴۴ B	۴/۶۵ B	۰/۶۳ A	۶/۱۴ A	۰/۲۶ B	۰/۴۲ A	۰/۰۲ A	۰/۱۸ B	۱/۳۳ B	۳۴۷/۷۳ A	۰/۱۷ B	۰/۹۸ AB	۰/۱۷ B	۰/۰۳۴ A	۰/۰۵۶ A	۰/۰۲۱ AB
	Koming2	۱۴/۷۸ A	۱۸/۶۷ A	۰/۹۷ A	۱۰/۹ A	۲/۱۶ B	۱/۴۴ A	۰/۰۹۳ A	۰/۸۲ A	۲۴/۵۱ C	۴۸۹/۰۴ B	۰/۱۲ B	۲/۳ B	۰/۱۲ B	۰/۰۶ B	۰/۰۱۸ B	۰/۰۳۱ B
	Y	۷/۱۸ B	۱۳/۹۲ B	۱/۶۲ B	۴/۶۳ A	۲/۴۳ A	۱/۸۷ B	۰/۰۷۳ A	۰/۶۴ B	۲۲/۶۴ A	۱۳۳/۹۲ A	۰/۳ A	۳/۳ A	۰/۳ A	۰/۰۲۵ A	۰/۰۱۲ A	۰/۰۳۳ A

* در هر ستون از هر بخش (گروه ژاپنی و گروه چینی)، لاین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۶- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی آمیخته‌ها برای صفات مورد مطالعه در پاییز سال اول*

آمیخته	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پيله توليدي	درصد پيله خوب	درصد پيله متوسط	درصد پيله ضعيف	درصد پيله دوشفيره‌اي	وزن كل پيله خوب (گرم)	وزن كل پيله (گرم)	وزن پيله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروي (ساعت)	وزن كل پيله توليدي (كيلوگرم)	وزن يك پيله (گرم)	وزن قشر يك پيله (گرم)	درصد قشر پيله
Xinhang1×Koming1	۱۶/۱۹	۱۰/۳۱	۰/۶۲	۱۵/۹۲	۱/۱۳	۱/۱۴	۰/۰۷۱	۰/۰۵۹	۷/۰۷	۳۴۶/۴۸	۶/۴	۰/۰۴۸	۰/۰۳	۰/۰۶۱	۰/۰۱۱	
Xinhang1×Koming2	۱۱/۱۲	۹/۱۲	۰/۰۳۵	۱۳/۴۶	۱/۵	۰/۹۷	۰/۰۷۳	۰/۰۶۱	۱۴/۲۱	۷۲/۴۶	۳/۱	۰/۰۸۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۴۴	۰/۰۱۵	
Xinhang1×Y	۵/۰۵	۱/۱۹	۰/۰۵۹	۲/۴۶	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۶۸	۴/۸۸	۲۷۴/۰۲	۳/۲۹	۰/۱۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵۷	۰/۰۴۴	
Xinhang2×Koming1	۲۷/۹۴	۳۸/۹۸	۱/۷۸	۳۲/۷۵	۰/۸۲	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۹۴	۲۵/۲۲	۳۳۴/۵۳	۲/۲۳	۰/۰۷۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۹۳	۰/۰۳	
Xinhang2×Koming2	۱۹/۳۷	۲۷/۹۶	۱/۴۸	۱۵/۱۲	۲/۱۸	۱/۰۹	۰/۹۱	۰/۱۸	۲۴/۴۲	۲۴۵/۱۵	۰/۹	۰/۰۷۵	۰/۰۲۹	۰/۰۰۴۹	۰/۰۵۲	
Xinhang2×Y	۸/۵۶	۱۱/۰۲	۰/۳	۱۷/۶۲	۳	۱/۱۴	۰/۷۴	۱/۱۲	۳۸/۹۹	۵۷۹/۶۸	۱/۳۳	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۴۴	۰/۰۳۵	
Xinhang3×Koming1	۵۱/۵۶	۵۳/۱۹	۰/۷۷	۵۴/۷۵	۰/۷۲	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۴	۱۶/۳۹	۷۹۴/۲۳	۲/۴۸	۰/۰۹۶	۰/۰۷۳	۰/۰۱۶	۰/۰۸۱	
Xinhang3×Koming2	۵۱/۱۲	۴۸/۸۷	۰/۲۷	۴۸/۳۷	۰/۲۶	۳/۹۹	۰/۶۶	۰/۴	۴۲/۶۵	۲۷۷/۹۸	۱/۷۷	۰/۳	۰/۰۸۱	۰/۰۰۶۴	۰/۰۲۴	
Xinhang3×Y	۰/۴۴	۴/۳۱	۰/۴۹	۶/۳۷	۰/۴۹	۳/۹۶	۱/۰۱	۰/۰۲۵	۵۶/۷۸	۵۱۶/۲۶	۰/۷۱	۰/۲۱	۰/۰۶۵	۰/۰۰۹۶	۰/۰۳۲	
101433×Koming1	۷/۴۴	۳/۹	۰/۴	۶/۰۸	۱/۲۳	۱/۲۲	۰/۴۶	۰/۴۶	۱۸/۲۸	۱۱۳/۲۲	۱/۶۹	۰/۰۲۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۶۳	۰/۰۲۷	
101433×Koming2	۲۰/۶۲	۱۱/۷۹	۱/۱۷	۱۹/۷۹	۳/۵۸	۳/۸۷	۰/۳۲	۰/۳۱	۴۱/۰۷	۴۵۰/۶۶	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴۵	
101433×Y	۱۳/۱۹	۷/۹	۰/۷۸	۱۳/۷۱	۲/۳۵	۲/۶۵	۰/۱۴	۰/۴۴	۲۵/۰۵	۳۳۷/۴۴	۱/۲۵	۰/۳۴	۰/۰۵۶	۰/۰۰۳۸	۰/۰۷۱	

* در هر ستون، آمیخته‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۷- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی آمیخته‌ها برای صفات مورد مطالعه در بهار*

آمیخته	تعداد لارو زنده	تعداد سفیره زنده	ماندگاری سفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله دوشفیره‌ای	وزن کل پیله خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
Xinhang1×Koming1	۱۴/۴۴	۲۹/۳۵	۳/۴	۱۲/۰۸	۰/۷۱	-۱/۳۷	۰/۸۶	-۰/۱۹	-۴/۴۶	۴۷/۰۶	-۰/۰۸۳	-۰/۱۳	-۰/۰۳	۰/۰۰۲۱	۰/۴۵
Xinhang1×Koming2	۱/۰۶	۰/۳۳	-۰/۳۳	-۱/۱۵	-۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۱۳	-۰/۰۶۷	-۴/۶۸	۲۲۶/۰۱	۱/۹۲	۰/۰۹۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۳۱	-۰/۰۸۹
Xinhang1×Y	۱۳/۳۷	۲۹/۰۲	۳/۷۳	۱۳/۲۳	۰/۲۲	۰/۵۷	-۰/۹۹	۰/۲	۹/۱۴	-۲۷۳/۰۷	-۱/۸۳	۰/۰۳۵	۰/۰۰۹۴	-۰/۰۰۵۲	-۰/۰۳۶
Xinhang2×Koming1	۲/۶	-۱۱/۵۲	-۲/۰۱	۰/۷۵	-۰/۰۶۲	۰/۶۷	-۰/۱۴	-۰/۴۷	-۲/۷۷	-۲۳۳/۳۹	-۰/۸۳	۰/۲۷	-۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۳۶	۰/۲۵
Xinhang2×Koming2	۴/۴	-۰/۸۳	-۱/۳۵	۳/۹۴	-۰/۶۸	۰/۹۵	۰/۹۸	-۰/۳۶	-۲/۴۸	-۲۶/۸۳	-۴/۰۸	-۰/۳۲	-۰/۰۳۲	-۰/۰۱۱	-۰/۰۳۱
Xinhang2×Y	-۱/۷۹	۱۲/۳۵	۳/۳۶	-۴/۶۹	۰/۷۴	-۱/۶۱	۰/۰۴	۰/۸۳	۵/۲۵	۲۶۰/۲۱	۴/۱۷	۰/۰۵۷	۰/۰۳۳	۰/۰۰۶۹	۰/۰۵۷
Xinhang3×Koming1	۰/۹۸	۵/۷۳	۰/۷۹	-۳/۹۲	۱/۰۹	-۱/۱۴	-۰/۳۳	۰/۳۹	-۳/۹۱	-۸۷/۹۵	۰/۲۵	-۰/۰۷۹	-۰/۰۲۹	-۰/۰۱۶	-۰/۰۶۳
Xinhang3×Koming2	۰/۹۸	-۶/۵۸	-۱/۵	۴/۵۲	۰/۸۱	-۰/۹۸	-۰/۳۱	۰/۴۸	۱۶/۹۳	۱۰۷/۱۳	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۸۳	۰/۴۴
Xinhang3×Y	-۱/۹۶	۰/۸۵	۰/۷۱	-۰/۶	-۱/۹	۲/۱۲	۰/۶۴	-۰/۸۷	-۱۳/۰۲	-۱۹/۱۸	-۰/۵	-۰/۰۷۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸۲	۰/۱۹
101433×Koming1	۱۶/۰۶	۳۵/۱۵	۴/۶۲	۱۵/۲۵	-۱/۷۳	۱/۸۵	-۰/۳۹	۰/۲۷	۱۱/۱۳	۲۷۴/۲۸	-۰/۰۸۳	-۰/۰۶	۰/۰۶۱	۰/۰۱۱	-۰/۰۸۲
101433×Koming2	-۶/۴۴	۷/۰۸	۳/۱۸	-۷/۳۱	۰/۸	-۰/۷۷	۰/۰۸۱	-۰/۱۱	-۹/۷۷	-۳۰۶/۳۲	۱/۹۲	۰/۰۷۷	۰/۰۰۶۴	-۰/۰۰۰۸۹	-۰/۰۰۳۷
101433×Y	-۹/۶۲	-۴۲/۲۳	-۷/۸	-۷/۹۴	۰/۹۳	-۱/۰۷	۰/۳۱	-۰/۱۶	-۱/۳۷	۳۲/۰۴	-۱/۸۳	-۰/۰۱۷	-۰/۰۶۸	-۰/۰۰۹۹	۰/۱۲

* در هر ستون، آمیخته‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۸- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصاً آمیخته‌ها برای صفات مورد مطالعه در پاییز سال دوم*

آمیخته	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله دوشفیره‌ای	وزن کل پیله خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
Xinhang1×Koming1	۱۱/۱۶	۶/۴۹	۰/۷۷	۱۳/۵۷	۱/۶	۱/۹۶	۰/۱۶	۰/۵۳	۱۰/۳۹	۴۴۳/۰۷	۵/۳	۰/۵۹	۰/۰۲۷	۰/۰۸۱	۰/۴۹
Xinhang1×Koming2	۵/۱۱	۱/۱۱	۰/۶۳	۳/۹۲	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۲۷	۰/۲۹	۱/۵۱	۵۴/۱۶	۳/۳	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۷۷	۰/۳۶
Xinhang1×Y	۱۵/۵۹	۶/۹۶	۱/۴۱	۱۶/۸۵	۱/۱۴	۱/۴۷	۰/۹۶	۰/۲۳	۸/۳۱	۳۶۸/۶۲	۸/۷	۰/۴۷	۰/۰۵۴	۰/۰۱۲	۰/۱۵
Xinhang2×Koming1	۲۲/۴۴	۲۹/۸۵	۱/۴۸	۲۰/۸۲	۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۲	۰/۲	۹/۳۸	۴۱۳/۵۹	۴/۵۸	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۰۵۶	۰/۲۵
Xinhang2×Koming2	۳۴/۱۱	۳۷/۰۳	۰/۸	۳۲/۳۴	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۱۸	۰/۱۹	۵/۹۲	۷۷۴/۸۷	۲/۵۸	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۵۹
Xinhang2×Y	۲۱/۱۹	۱۴/۲۴	۱/۰۳	۲۱/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۹۱	۷/۷۹	۶۷۴/۴۶	۷/۴۲	۰/۶	۰/۰۵۳	۰/۰۱۵	۰/۲۴
Xinhang3×Koming1	۲۹/۳۷	۳۵/۳۷	۱/۳	۲۹/۳۲	۰/۹۲	۰/۹۹	۰/۰۷	۰/۱۵	۲/۲۸	۷۹۸/۸۵	۰/۷۶	۰/۶۱	۰/۰۶۶	۰/۰۲۸	۰/۰۸۶
Xinhang3×Koming2	۱۵/۹۱	۲۱/۲۴	۰/۹۸	۱۵/۸۶	۱/۷۵	۱/۶	۰/۳	۰/۱۵	۱۴/۵۵	۵۳۰/۵	۱/۲۴	۰/۳۶	۰/۰۶۶	۰/۰۲۷	۰/۰۸۲
Xinhang3×Y	۱۱/۸۸	۱۴/۶۸	۰/۶۶	۱۱/۷۶	۰/۷۳	۰/۶	۰/۱۴	۰/۱۱	۱۲/۱۴	۲۱۵/۸۴	۱/۲۴	۰/۵۵	۰/۰۱۶	۰/۰۴۴	۰/۲۲
101433×Koming1	۰/۹۹	۳/۴۹	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۹۶	۳/۴۴	۹۸/۶۳	۹/۷	۰/۲۸	۰/۰۳۴	۰/۰۳۶	۱/۷۱
101433×Koming2	۱۴/۹۴	۱۹/۶۱	۰/۹۷	۱۴/۲۵	۱/۸۵	۱/۷۵	۰/۱۴	۰/۴۱	۱۸/۱۶	۳۵۵/۱۳	۵/۷	۰/۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۱/۰۶
101433×Y	۱۵/۲۶	۲۲/۴۶	۱/۴۹	۱۴/۰۲	۱/۷۱	۱/۸۳	۰/۱۷	۰/۱۳	۱۵/۲۸	۴۳۳/۴۸	۱۵/۳	۰/۵۳	۰/۰۴۴	۰/۰۲	۰/۰۶۳

* در هر ستون، آمیخته‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ۹- قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصاً آمیخته‌ها برای صفات مورد مطالعه در کل دوره‌های پرورشی*

آمیخته	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	ماندگاری شفیره (%)	تعداد پیله تولیدی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله دوشفیره‌ای	وزن کل پیله خوب (گرم)	وزن پیله ۱۰۰۰۰ لارو (گرم)	دوره لاروی (ساعت)	وزن کل پیله تولیدی (کیلوگرم)	وزن یک پیله (گرم)	وزن قشر یک پیله (گرم)	درصد قشر پیله
Xinhang1×Koming1	۱۳/۹۵	۱۵/۵۱	۰/۶۹	۱۳/۹۲	۰/۲۸	۰/۶۴	۰/۲۷	۰/۹۳	۱/۵۳	۲۷۷/۹۱	۰/۶۷	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۴۸
Xinhang1×Koming2	۲/۵۸	۲/۹۱	۰/۷۳	۳/۱۳	۰/۱۲	۰/۵۳	۰/۱۵	۰/۳۳	۳/۰۸	۲۶/۶۸	۲/۸۵	۰/۴۲	۰/۰۵۹	۰/۰۳۵	۰/۱۴
Xinhang1×Y	۱۱/۲۱	۱۲/۵۱	۰/۶۳	۱۰/۶۶	۰/۴۱	۰/۶	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۹۹	۲۹۷/۱۹	۲/۲	۰/۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳۴	۰/۰۹۴
Xinhang2×Koming1	۱۷/۸۹	۲۶/۹۹	۱/۷۶	۱۷/۶۹	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۶۹	۱۲/۰۷	۱۷۳/۳۴	۲/۵۶	۰/۰۶۲	۰/۰۲۳	۰/۰۰۶	۰/۰۹۴
Xinhang2×Koming2	۱۹/۳۱	۲۱/۴۳	۰/۳۱	۱۷/۴۴	۰/۴۶	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۵۱	۰/۷۹	۱۸۹/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۶۹
Xinhang2×Y	۲/۳۸	۴/۷	۱/۴۵	۰/۲۹	۱/۱۲	۰/۸۳	۰/۲۱	۰/۸۱	۱۳/۶۸	۳۷/۶	۲/۳۷	۰/۱۹	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۱۷
Xinhang3×Koming1	۲۷/۹۷	۳۲/۰۸	۰/۹۶	۲۷/۴۶	۰/۴۲	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۷۱	۴/۸۴	۵۷۲/۴۱	۱/۲۷	۰/۲	۰/۰۵۷	۰/۰۲	۰/۰۴۷
Xinhang3×Koming2	۲۴/۷۶	۲۷/۸	۰/۸۸	۲۲/۹۶	۱/۸۴	۱/۹۸	۰/۳۴	۰/۴۸	۱۹/۶۷	۳۳۲/۱۶	۱/۳۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۸
Xinhang3×Y	۴/۲۱	۵/۱۵	۰/۰۶۲	۵/۶۴	۲/۲۹	۲/۰۵	۰/۵۴	۰/۳	۲۴/۳۶	۲۳۴/۵۸	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲
101433×Koming1	۲/۵۲	۹/۱۲	۱/۴۸	۲/۸۶	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۰۲۵	۰/۰۹۳	۹/۷۹	۱۶۱/۰۹	۲/۹۸	۰/۸۲	۰/۰۳۹	۰/۰۱۶	۰/۰۴۵
101433×Koming2	۰/۰۲۹	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۲۶	۱/۴۷	۱/۵۸	۰/۴۲	۰/۰۶۳	۲۲/۵۹	۱۴۰/۴	۱/۳۳	۰/۲۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵۷	۰/۰۵۱
101433×Y	۲/۶۵	۹/۱۱	۱/۷۹	۲/۷۳	۱/۶۸	۱/۸۸	۰/۴	۰/۱۵	۱۳/۳۵	۱۳/۲۹	۴/۲۹	۰/۳	۰/۰۵۶	۰/۰۰۹۹	۰/۰۵۸

* در هر ستون، آمیخته‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار دارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

منابع

- Bhargava SK (1995) Combining ability analysis of seven silk yield attributes in silkworm, *Bombyx mori* L. Journal of Applied Genetics 36: 59-67.
- Chatterjee SN, Datta RK (1992) Hierarchical clustering of 54 races and strains of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L.: significance of biochemical parameters. Theoretical and Applied Genetics 85: 394-402.
- Chen KP, Lu C, Xiang ZH, Yao Q, Li MW, Hou CX (2001) Genetic basis of constructing F2 populations and near isogenic lines of BmNPV resistance molecular markers. Journal of Southwest Agricultural University 23: 196-198.
- Grekov D (1989) Selection-genetic evaluation of some white cocoon races of the silkworm (*Bombyx mori* L.). I. Variability and correlations of qualitative traits. Zhivotnov'dni Nauki 26: 70-73.
- Mirhosseini SZ, Seidavi AR, Ghanipoor M (2005) Estimation of general and special combining ability of the new Iranian silkworm lines and heterosis of their hybrids. Journal of Entomological Society of Iran 24: 61-80. (In Farsi).
- Mu ZM, Liu QX, Liu XL, Li WG, Sun ZY (1995) Genetic research of vitality and cocoon quality traits of silkworm. Journal of Shandong Agricultural University 26: 157-163.
- Nakada T (1994) On the cocoon shape and measurement and its statistical analysis in the silkworm, *Bombyx mori* L. Indian Journal of Sericulture 33: 100-102.
- Narasimaraju R, Govindan R, Ashoka J, Rayar SG (1990) Genetic variability for quantitative traits in silkworm *Bombyx mori* L. Entomology 15: 197-201.
- Petkov N (1989a) Improving initial breeds of the regionally distributed hybrid Hessa 1 X Hessa 2 for industrial silkworm feeding in spring. I. Variability of quantitative breeding characters. Genetika Seleksiya 22: 248-252.
- Petkov N (1989b) Improving the initial breeds of the regionally distributed hybrid Hessa 1 X Hessa 2 intended for spring industrial silkworm feedings. II. Correlations between quantitative breeding characters. Genetika Seleksiya 22: 536-540.
- Petkov N (1997) Study on heterosis, depression and degrees of domination in interline hybrids of silkworm moth, *Bombyx mori* L. I. Technological traits of cocoons. Zhivotnov-dni-Nauki 34: 76-80.
- Satenahalli SB, Govindan R, Goud JV (1988) Variation in some polygenic traits of silkworm breeds and their F1 hybrids. Environment and Ecology 6: 855-857.
- Sinha AK, Siddiqui AA, Sengupta AK, Sinha SS (1994) Selection of best combiner through diallel cross of Indian tropical tasar silkworm *Antheraea mylitta* Drury (*Lepidoptera: Saturniidae*). Annals of Entomology 12: 9-11.

صحیح ژنتیکی لاین‌ها و آمیخته‌ها را پیچیده‌تر می‌سازد. (1997)

Petkov اظهار داشت موقعی که شرایط محیطی (فصل) تغییر می‌کند، تغییراتی در اهمیت نسبی اثرات ژن‌های اپیستاتیک و غالبیت، درجه و علامت ظهور انواع مختلف اثرات ژنی اپیستاتیک، غالبیت و فوق غالبیت ایجاد می‌شود. از طرفی نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که خصوصیات مقاومت نیز تحت تأثیر اثرات هتروتیک قرار دارند و انتظار می‌رود مقاومت آمیخته‌ها نسبت به لاین‌ها از افزایش چشمگیری برخوردار باشد. نتایج تحقیقات دیگر (Petkov 1989b) نشان می‌دهد که میانگین ارزش‌ها و دامنه‌های تنوع برای هر یک از صفات در نژادها و لاین‌های مورد مطالعه، در نتیجه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط متفاوت است. در پاییز سال اول آزمایش، ترکیب‌پذیری خصوصی صفات وزن پيله و وزن قشر پيله در آمیخته $Xinhang3 \times Y$ (به ترتیب $0/065$ و $0/096$ گرم) بالاتر و در $Xinhang3 \times Koming1$ (به ترتیب $0/073$ و $0/016$ گرم) پایین‌تر بود. در فصل پرورشی بهار ترکیب‌پذیری اختصاصی این دو صفت در آمیخته $101433 \times Koming1$ (به ترتیب $0/061$ و $0/011$ گرم) بالاتر بود. در نسل سوم پرورش (پاییز سال دوم آزمایش) SCA برای خصوصیات وزن پيله و وزن قشر پيله به ترتیب در آمیخته‌های $101433 \times Koming1$ و $Xinhang3 \times Koming2$ ($0/066$ گرم) و $0/036$ (گرم) بالاتر بود. در کل سه دوره پرورشی ترکیب‌پذیری خصوصی این دو صفت در آمیخته $101433 \times Koming1$ (به ترتیب $0/039$ و $0/016$ گرم) بالاتر و در $Xinhang3 \times Koming1$ (به ترتیب $0/057$ و $0/02$ گرم) پایین‌تر بود. نتایج حاصل بر وجود ارتباط میان ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات وزن پيله و وزن قشر پيله دلالت می‌کند، به طوری که آمیخته‌هایی که از ترکیب‌پذیری خصوصی بیشتری برای وزن پيله برخوردارند، برای خصوصیت وزن قشر پيله نیز دارای قابلیت ترکیب‌پذیری اختصاصی بالایی هستند. احتمالاً ژن‌های مشترکی که دارای اثرات غیر افزایشی هستند، بیان این دو صفت را کنترل می‌کنند؛ همانطور که ژن‌های پلیتروپ زیادی با اثرات افزایشی، بطور مشترک روی صفات وزن پيله و وزن قشر پيله تاثیرگذارند (Satenahalli et al. 1988).